

CA/PLP

Concours interne

Section : MATHEMATIQUES-SCIENCES PHYSIQUES

Composition de physique-chimie

Durée : 4 heures

**Calculatrice autorisée (conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999).**

Il est recommandé aux candidats de partager également le temps entre la physique et le chimie.

*La composition comporte deux exercices de physique et deux exercices de chimie, composant deux parties, que les candidats peuvent résoudre dans l'ordre qui leur convient, tout en :*

- *résolvant physique et chimie sur des copies séparées ;*
- *respectant la numérotation de l'énoncé.*

*Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale dans sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.*

**Les correcteurs tiennent le plus grand compte des qualités de soin et de présentation.**

PLAN DU SUJET

PREMIERE PARTIE : CHIMIE

**Exercice n°1 : Dosage de l'acide citrique dans une limonade.**

**Exercice n°2 : Acide gras ; triglycérides.**

DEUXIEME PARTIE : PHYSIQUE

**Exercice n°3 : Electromagnétisme et transformateurs.**

**Exercice n°4 : Déviation de la lumière par un prisme.**

## Exercice n°1 : Dosage de l'acide citrique dans une limonade.

La limonade contient un acidifiant repéré par le code alimentaire européen E 330, l'acide citrique, fondamental pour son intervention dans le métabolisme des glucides en  $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2\text{O}$  selon le cycle de Krebs.

**Extrait d'un protocole de sujet de Travaux Pratiques de Baccalauréat Professionnel.**

### BUT DES MANIPULATIONS :

L'objectif des manipulations est de déterminer la concentration massique de l'acide citrique dans une limonade commerciale. Le candidat dose la limonade avec de la soude de concentration  $C_1=0,05\text{mol/L}$ .

### TRAVAIL À RÉALISER :

#### Préparation de la burette :

- Vider la burette,
- la rincer avec la soude,
- remplir la burette de soude et ajuster au zéro.



#### Appel n°1

Faire vérifier la préparation de la burette.

Procéder aux manipulations suivantes :

#### 2- Préparation de la prise d'essai de la limonade :

- Prélever  $V_0 = 20,0$  mL de limonade à l'aide de la pipette jaugée munie de son dispositif d'aspiration et les verser dans le becher « dosage limonade ».
- Ajouter dans ce becher 20 mL d'eau distillée mesurés à l'aide de l'éprouvette graduée.

#### 3- Préparation du matériel du dosage :

- Introduire dans le becher « dosage limonade » le barreau aimanté.
- Placer le becher « dosage limonade » sur l'agitateur magnétique.
- Installer l'ensemble du dispositif sous la burette.
- Rincer l'électrode à l'eau distillée et l'essuyer délicatement avec du papier absorbant.
- Introduire l'électrode du pH-mètre dans le becher « dosage limonade ».

Faire attention, au moment de l'agitation, que le barreau aimanté ne touche pas l'électrode.



#### Appel n°2

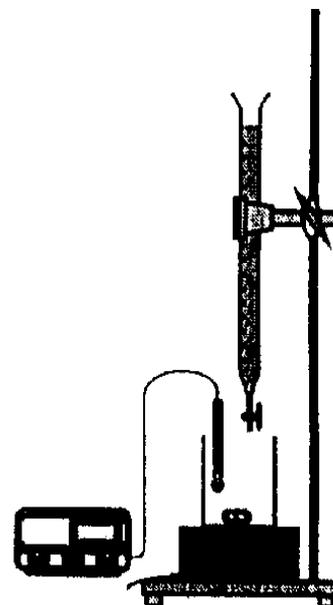
Faire vérifier le montage.

Puis procéder aux manipulations suivantes :

- Mettre sous tension l'agitateur magnétique.
- Mettre sous tension le pH-mètre.

#### 4- Réalisation du dosage :

- Relever la valeur initiale du pH et la reporter dans le tableau ci-dessous.
- Ajouter 1 mL de soude dans le becher; lire le pH, reporter sa valeur dans le tableau.
- Continuer le dosage en complétant le tableau au fur et à mesure jusqu'à  $V_s = 20$  mL.



### Données utiles pour la résolution de l'exercice.

L'acide citrique a pour formule brute  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ . Par la suite on le notera  $\text{H}_3\text{Cit}$  pour simplifier les écritures.

C'est un triacide organique faible dont les  $\text{pK}_a$  à  $25^\circ\text{C}$  des trois couples acide/base ont pour valeurs :  $\text{pK}_{a1} = 3,1$  ;  $\text{pK}_{a2} = 4,75$  et  $\text{pK}_{a3} = 6,4$ .

Masses molaires atomiques :

$M_C : 12 \text{ g/mol}$  ;  $M_O : 16 \text{ g/mol}$  ;  $M_H : 1 \text{ g/mol}$  ;  $M_{Na} : 23 \text{ g/mol}$

## Questions destinées aux candidats du concours PLP Interne et du CAER.

### 1. Protocole expérimental – Préparation du dosage

EXTRAITS DE LA FICHE DESCRIPTIVE DESTINÉE A L'EXAMINATEUR ET JOINTE AU SUJET.

« ...  
La soude de concentration  $C_1 = 0,05 \text{ mol/L}$  sera préparée à partir de pastilles du commerce ...  
...  
La limonade est une boisson gazeifiée au dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$ . Afin de déterminer précisément la concentration de l'acide citrique dans cette boisson, il est nécessaire d'en éliminer le dioxyde de carbone.  
... »

#### 1.1. Préparation de la solution de soude

Sur l'étiquette de l'emballage commercial de pastilles de soude figurent diverses informations dont :



R 35 – Provoque de graves brûlures

- Indiquer la signification de ce pictogramme, et les mesures de sécurité à prendre pour l'utilisation des pastilles.
- Décrire les différentes étapes nécessaires à la préparation d'un litre de solution.

#### 1.2. Dégazéification de la limonade

- Expliquer ce qui justifie ici la nécessité de cette opération.
- En vous appuyant sur un schéma, proposer un dispositif expérimental permettant d'éliminer le dioxyde de carbone présent dans la limonade.

#### 1.3. Evaluation expérimentale

Lors de cette expérimentation, le candidat fait appel à l'examineur à deux reprises (appels n°1 et 2 dans l'extrait du sujet). Indiquer, pour chacun des appels, les points observés par l'examineur et les critères d'évaluation retenus.

### 2. Dosage – Exploitation des résultats.

Les résultats du dosage réalisé par un élève sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Volume $V_s$ de soude versé en mL	0,0	1,1	2,0	2,9	4,1	5,0	6,1	6,9	8,0	8,9	9,9	11,0	11,6	12,0	12,4	13,0	14,2	15,1	18,0	20,0
Valeur lue du pH	2,6	2,9	3,2	3,5	4,0	4,4	4,8	5,1	5,6	6,0	6,4	6,9	7,3	9,6	10,8	11,2	11,5	11,7	11,9	12,0

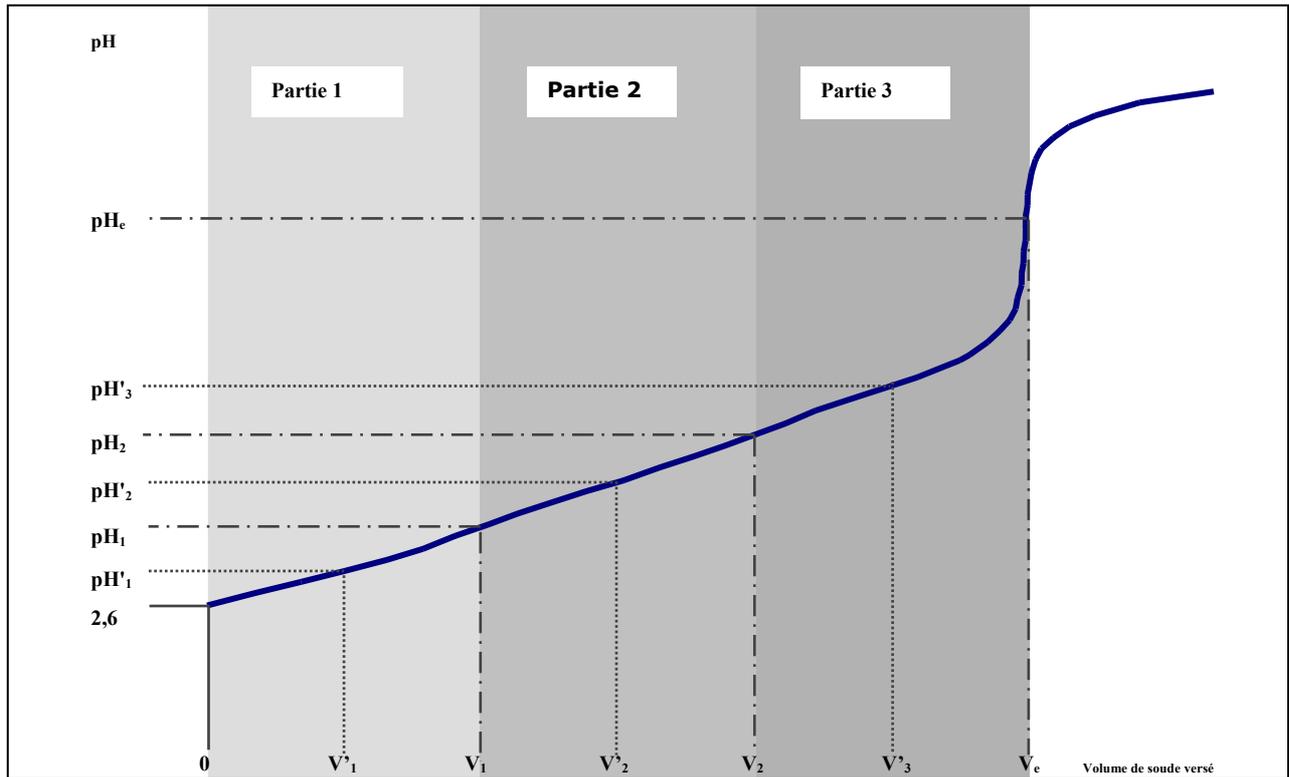
- 2.1. Tracer sur papier millimétré la courbe  $\text{pH} = f(V_s)$  correspondant à ce dosage.
- 2.2. Par la méthode des tangentes, déterminer le volume équivalent  $V_e$ .
- 2.3. Ecrire l'équation bilan de la réaction globale de ce dosage.
- 2.4. Calculer, en mol/L, la concentration d'acide citrique présent dans la limonade.
- 2.5. Calculer, en g/L, la concentration massique en acide citrique de la limonade.

### 3. L'acide citrique, un triacide faible.

- 3.1. Donner la formule semi-développée de l'acide citrique sachant que son nom officiel est : acide 3-hydroxy-3-carboxypentanedioïque. A partir de l'écriture de cette formule, montrer que l'acide citrique est bien un triacide.
- 3.2. Un acide tel que l'acide orthophosphorique  $\text{H}_3\text{PO}_4$  est un triacide fort dont les  $\text{pK}_a$  ont pour valeurs 2,1 ; 7,2 et 12.  
Tracer l'allure de la courbe représentant  $\text{pH} = f(V_s)$  que l'on obtiendrait lors d'un dosage de ce triacide par une base forte (la soude par exemple).

3.3. On donne l'allure théorique de la courbe du dosage de l'acide citrique par la soude.

### COURBE THEORIQUE DU DOSAGE



3.3.1. Pourquoi l'allure est-elle différente de celle obtenue avec l'acide orthophosphorique ?

3.3.2. A quoi correspond le saut de pH observé ?

3.3.3. Lors de la mise en solution aqueuse de l'acide citrique, il y a présence des espèces chimiques suivantes :  $H_3Cit$ ,  $H_2Cit^-$ ,  $HCit^{2-}$  et  $Cit^{3-}$ .

3.3.3.1. Citer les couples acide/base qui interviennent successivement lors de la mise en solution aqueuse ; écrire les équations-bilans des trois équilibres chimiques correspondants ; pour chacun d'eux donner l'expression de la constante d'acidité  $K_a$  et préciser sa valeur.

3.3.3.2. Quelle est la particularité des espèces chimiques  $H_2Cit^-$  et  $HCit^{2-}$  ? Quel nom portent les espèces ayant cette particularité ?

3.3.4. On considère que la concentration initiale en acide citrique de la solution est  $c = 10^{-2}$  mol/L et que le volume équivalent  $V_e$  a pour valeur  $V_e = 12$  mL.

3.3.5.

3.3.5.1. Calculer la valeur initiale du pH. La valeur mesurée expérimentalement est-elle en accord ?

3.3.5.2. Au fur et à mesure de l'ajout de soude, le pH de la solution augmente. Sur un axe des pH croissants, les valeurs des trois  $pK_a$  délimitent quatre zones. Justifier le fait que l'espèce  $H_3Cit$  soit prédominante dans la première zone (pour  $pH < 3,1$ ). Indiquer, sans le justifier, quelle est l'espèce prédominante dans chacune des autres zones.



3.3.5.3. Indiquer les valeurs des volumes,  $V'_1$ ,  $V_1$ ,  $V'_2$ ,  $V_2$  et  $V'_3$  figurant sur la courbe théorique dans les conditions données. Préciser à quoi correspond chacun de ces volumes et donner la valeur correspondante du pH.

Les valeurs expérimentales sont-elles en accord avec ces valeurs théoriques ?

3.3.6. Exprimer le rapport  $[Cit_3^-]/[H_3Cit]$  en fonction de  $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$ ,  $K_{a3}$  et  $[H_3O^+]$ .

Calculer la valeur de ce rapport pour  $pH = 9,6$ .

Pourquoi dit-on que ce protocole permet de déterminer « l'acidité totale de la solution » ?

## Exercice n°2 : Acide gras ; triglycérides.

**Données :**

**Masses molaires atomiques :**

$$M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1} \quad M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1} \quad M(\text{N}) = 14 \text{ g.mol}^{-1} \quad M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$$

**Volume molaire** dans les conditions normales de température et de pression (**C.N.T.P.**) :  $V_m = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$

**1) La première partie du sujet se propose d'étudier les acides gras et en particulier l'acide ricinoléique qui se trouve combiné sous forme de triglycérides dans l'huile de Ricin à hauteur de 89% en masse.**

*Rôle de certains acides carboxyliques :*

-L'acide méthanoïque se rencontre non seulement dans les fourmis, où il joue le rôle d'une phéromone d'alarme, mais aussi dans les plantes. Une des raisons qui explique la douleur brûlante ressentie lorsque la peau effleure une ortie est que la plante y a injecté de l'acide méthanoïque.

-L'acide éthanoïque est formé dans la nature par oxydation enzymatique de l'éthanol produit lors de la fermentation. Cet acide, de même que son anhydride, sont des produits chimiques de toute première importance dans l'industrie. Ils servent à fabriquer des monomères permettant la synthèse de polymères, comme l'éthanoate d'éthényle (acétate de vinyle). L'acide éthanoïque a été identifié comme étant la phéromone de défense de certaines fourmis ainsi que des scorpions.

**Les acides gras sont aussi des acides carboxyliques et possèdent le plus souvent un nombre pair d'atomes de carbone car leur biogénèse s'effectue à partir de l'acide éthanoïque.**

1.1) Donner les formules semi développées des acides carboxyliques cités ci-dessus.

1.2) Donner la formule générale d'un acide gras saturé.

1.3) Une nomenclature spécifique des acides gras est utilisée.

Exemple : l'acide oléique ou octadec-9-énoïque est noté **18 : 1(n-9)**, ce qui signifie **n = 18** atomes de carbone au total, une double liaison entre les atomes de carbone **C<sub>n-9</sub>** et **C<sub>n-8</sub>** à partir du groupe méthyle terminal soit :  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{CO}_2\text{H}$  pour l'acide oléique.

Ecrire les formules semi-développées des acides suivants sachant que, si le nombre de double liaisons est égal à 2 ou à 3, il y a un groupe  $\text{CH}_2$  entre chaque double liaison :

a. acide linoléique noté **18 : 2(n-6)**

b. acide linolénique noté **18 : 3(n-3)**

1.4) Préciser si l'acide oléique présente des stéréoisomères de configuration.

Dans l'affirmative, indiquer leur nombre.

1.5) Ces trois acides gras apparaissent parfois sous la dénomination AGE :

a. Que signifie ce sigle ? Justifier cette appellation.

b. La configuration de chacun d'entre eux est Z : représenter l'acide oléique en mettant en évidence cette configuration.

1.6) L'acide ricinoléique est un dérivé de l'acide oléique : sa formule semi développée est  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ . Donner son nom en nomenclature systématique (ou officielle I.U.P.A.C).

1.7) L'acide ricinoléique possède en plus de la stéréoisomérisation de configuration rencontrée précédemment, un autre type de stéréoisomérisation de configuration. Laquelle ? Quelle est la cause de cette stéréoisomérisation ?

1.8) Déterminer la valeur du volume de dihydrogène susceptible de réagir dans les conditions normales de température et de pression (C.N.T.P.), et en présence d'un catalyseur, avec 1,00 g d'acide ricinoléique.

- 1.9) En milieu acide sulfurique, cet acide ricinoléique réagit avec le méthanol et donne le produit N :
- Ecrire l'équation de la réaction. Nommer le produit obtenu.
  - Donner le nom attribué à cette réaction.
  - Citer ses caractéristiques thermodynamiques et cinétiques.

**2) La deuxième partie du sujet se propose d'étudier les triglycérides et en particulier celui de l'acide oléique qui se trouve également dans l'huile de Ricin.**

*Le rôle des esters :*

-De nombreux esters sont caractérisés par des odeurs agréables. Ils entrent largement dans la composition des goûts fruités naturels et artificiels. Par exemple l'éthanoate de 3-méthylbutyle a une odeur caractéristique de banane.

-Les esters dits inférieurs, éthanoate d'éthyle (P.E. : 77°C) et l'éthanoate de butyle (P.E.: 127°C) sont employés comme solvants.

-Les esters supérieurs non volatils sont employés comme assouplissants (appelés plastifiants) dans le cas de polymères cassants, ce qui permet de fabriquer des tuyaux flexibles ou élastiques de même que les garnitures en plastique.

-Les esters obtenus à partir d'acides carboxyliques et d'alcools à longues chaînes sont les constituants principaux des cires animales et végétales.

**-Les triesters du propane-1,2,3-triol (ou glycérol) constituent les huiles et les graisses rencontrées dans le règne végétal ou animal. On les appelle les triglycérides.**

2.1) Donner la formule semi-développée du triglycéride de l'acide oléique : il sera symbolisé T.G. dans la suite de l'exercice.

2.2) Un triglycéride est-il soluble dans l'eau ? justifier.

2.3) Ecrire l'équation de la réaction d'hydrolyse du triglycéride T.G. Nommer les produits obtenus.

2.4) Quel est le nom de cette réaction quand elle est effectuée en milieu basique ? Ecrire l'équation de réaction correspondante. Quelles sont ses caractéristiques thermodynamiques ? Nommer les produits obtenus.

2.5) Quelle est l'espèce, présente dans l'une et/ou l'autre des deux précédente(s) réaction(s), qui a les propriétés d'un savon ? La nommer.

2.6) Pourquoi les savons sont-ils solubles dans l'eau ? Justifier.

### 3) Transestérification de l'huile brute de ricin.

Dans une première étape, la transestérification, l'huile brute est mise en présence d'un excès de méthanol et de traces de méthylate de sodium agissant comme catalyseur. La température est de 80°C dans le réacteur, dont l'alimentation s'effectue en continu afin de maintenir à 3/1 le rapport molaire méthanol / ester. A la fin de la réaction, le ricinoléate de méthyle formé se sépare de la phase glycérol par décantation.

3.1) Donner la formule semi-développée du ricinoléate de méthyle.

3.2) Pourquoi ce produit se sépare-t-il du glycérol ?

3.3) Ecrire l'équation de la réaction de transestérification du triglycéride de l'acide ricinoléique.

3.4) Déterminer la valeur de la quantité de méthanol nécessaire utiliser pour traiter 20 kg d'huile brute contenant 89 % en masse de triglycéride de l'acide ricinoléique.

La masse molaire du triglycéride de l'acide ricinoléique est  $884 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

### 4) Polymérisation de l'acide 11-amino undécanoïque

L'acide 11- amino undécanoïque semi-développée  $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_{10}-\text{COOH}$  est le monomère du nylon 11, commercialisé par Atochem sous le nom de rilsan®.

4.1) Cette molécule possède un site nucléophile et un site électrophile. Identifier les.

4.2) Quel serait le dimère obtenu par réaction de deux molécules de cet acide ?

4.3) Parmi ces différents types de réactions : *oxydo-réduction*, *acido-basique*, *élimination*, *substitution*, *condensation*, indiquer celui (ou ceux) qui peut(vent) convenir pour caractériser la réaction précédente.

4.4) Donner le motif du **nylon 11** et justifier son appellation en précisant l'origine du nom de nylon et à quoi correspond le nombre 11 ?

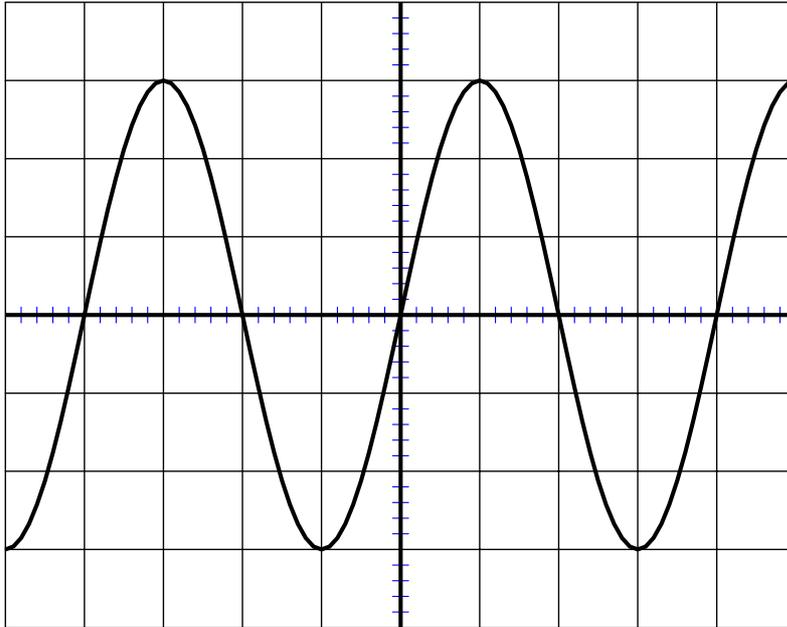
4.5) Quels réactifs permettraient de n'obtenir que le dimère ?

### Exercice n°3 : Electromagnétisme et transformateurs.

#### **Extrait d'un sujet de Baccalauréat Professionnel .**

Un moteur à courant alternatif monophasé, couplé à un réducteur de vitesse, peut être branché au secondaire d'un transformateur.

1- Le transformateur est considéré comme parfait ; il est alimenté sous 380 V – 50 Hz .A l'aide d'une sonde atténuatrice, on branche au secondaire un oscilloscope ; on relève l'oscillogramme ci-dessous, représentant une sinusoïde :



**Tension  $u_2$  au secondaire**

**5 ms pour une division  
100 V pour une division**

#### Déterminer :

1-1- la valeur maximale  $U_{2max}$  et la valeur efficace  $U_2$  de la tension secondaire (arrondies à l'unité) ;

En déduire rapport de transformation  $m$  (arrondi au centième) ;

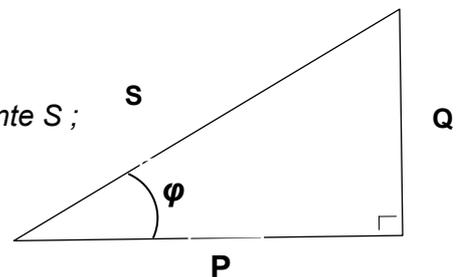
1-2- la période et la fréquence de la tension secondaire  $u_2$  (t) ;

2- Le moteur fournit une puissance utile  $P_u = 1$  kW avec un rendement  $\eta = 0,78$  ; le facteur de puissance  $\cos \varphi$  est égal à 0,8. Calculer :

2-1- la puissance active  $P$  absorbée par ce moteur ;

2-2- la puissance réactive  $Q$  puis la puissance apparente  $S$  ;

On pourra s'aider du triangle des puissances représenté ci-contre.



3- A partir de la relation  $S = UI$ , calculer les intensités efficaces  $I_1$  du courant primaire et  $I_2$  du courant secondaire du transformateur, lorsqu'il débite dans le moteur.

## Questions destinées aux candidats du concours PLP et du CAER.

I - Rédiger le corrigé des questions posées dans cet extrait de sujet de Baccalauréat Professionnel (le barème n'est pas demandé).

### II - Solénoïde parcouru par un courant.

II-1- A quelle condition un solénoïde pourra-t-il être considéré comme infiniment long ?

Les caractéristiques du solénoïde sont les suivantes :

Diamètre  $D = 2 \text{ cm}$  ; longueur  $L = 20 \text{ cm}$  ; nombre de spires  $N = 400$ .

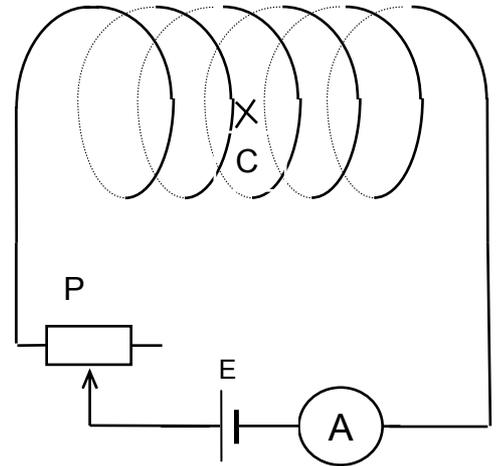
**Dans la suite on considère le solénoïde comme infiniment long.**

II-2- On réalise le montage dont le schéma est donné ci-contre ; C désigne le centre du solénoïde.

II-2-a- Recopier le schéma du solénoïde sur la copie en indiquant le sens du courant qui le parcourt.

II-2-b- Indiquer quelle est la « face Nord » et quelle est la « face Sud » ; préciser le moyen qui permet d'effectuer ce choix.

II-2-c- Rappeler la règle du « bonhomme d'Ampère » ou celle du « tire-bouchon de Maxwell » ; utiliser une de ces deux règles pour déterminer la direction et le sens du champ magnétique créé à l'intérieur au centre C du solénoïde.



Sur le schéma du solénoïde, représenter en son centre C un vecteur  $\vec{B}_0$  caractérisant le champ magnétique créé ; tracer l'allure de quelques lignes de champ à l'intérieur du solénoïde et préciser ce que l'on peut en déduire pour le champ magnétique créé.

II-3 - Intensité du champ magnétique.

II-3-a- Rappeler l'unité de mesure de l'intensité du champ magnétique et indiquer quel est l'appareil qui permet cette mesure ; préciser l'effet mis en jeu dans la cellule de l'appareil.

Indiquer l'ordre de grandeur des champs magnétiques suivants :

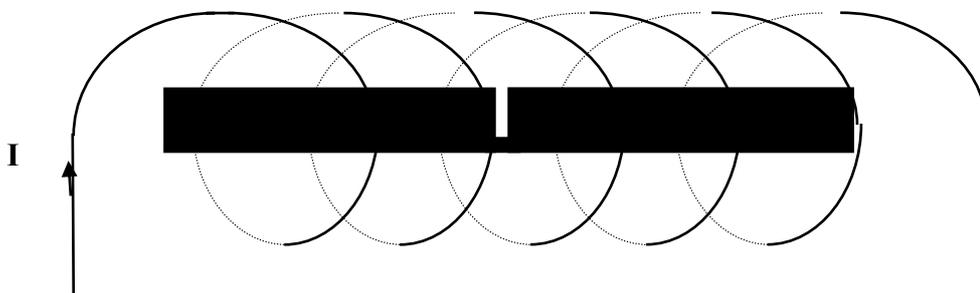
- champ magnétique terrestre ;
- champ au voisinage d'un barreau aimanté de laboratoire de lycée ;
- champ créé par un électroaimant industriel courant.

II-3-b- L'intensité du courant électrique qui parcourt le solénoïde est  $I = 1,5 \text{ A}$ .

On admet que la perméabilité magnétique de l'air  $\mu_a$  est identique à celle du vide  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ U.S.I.}$

Rappeler la relation permettant de calculer la valeur de l'intensité  $B_0$  du champ magnétique créé au centre du solénoïde ; calculer la valeur  $B_0$  dans les conditions du montage.

II-4- On place maintenant à l'intérieur du solénoïde parcouru par un courant électrique d'intensité  $I$  un barreau cylindrique composé d'un matériau ferromagnétique ; la barre est partiellement sectionnée en son milieu afin de pouvoir mesurer l'intensité  $B$  du champ magnétique (voir schéma ci-dessous).

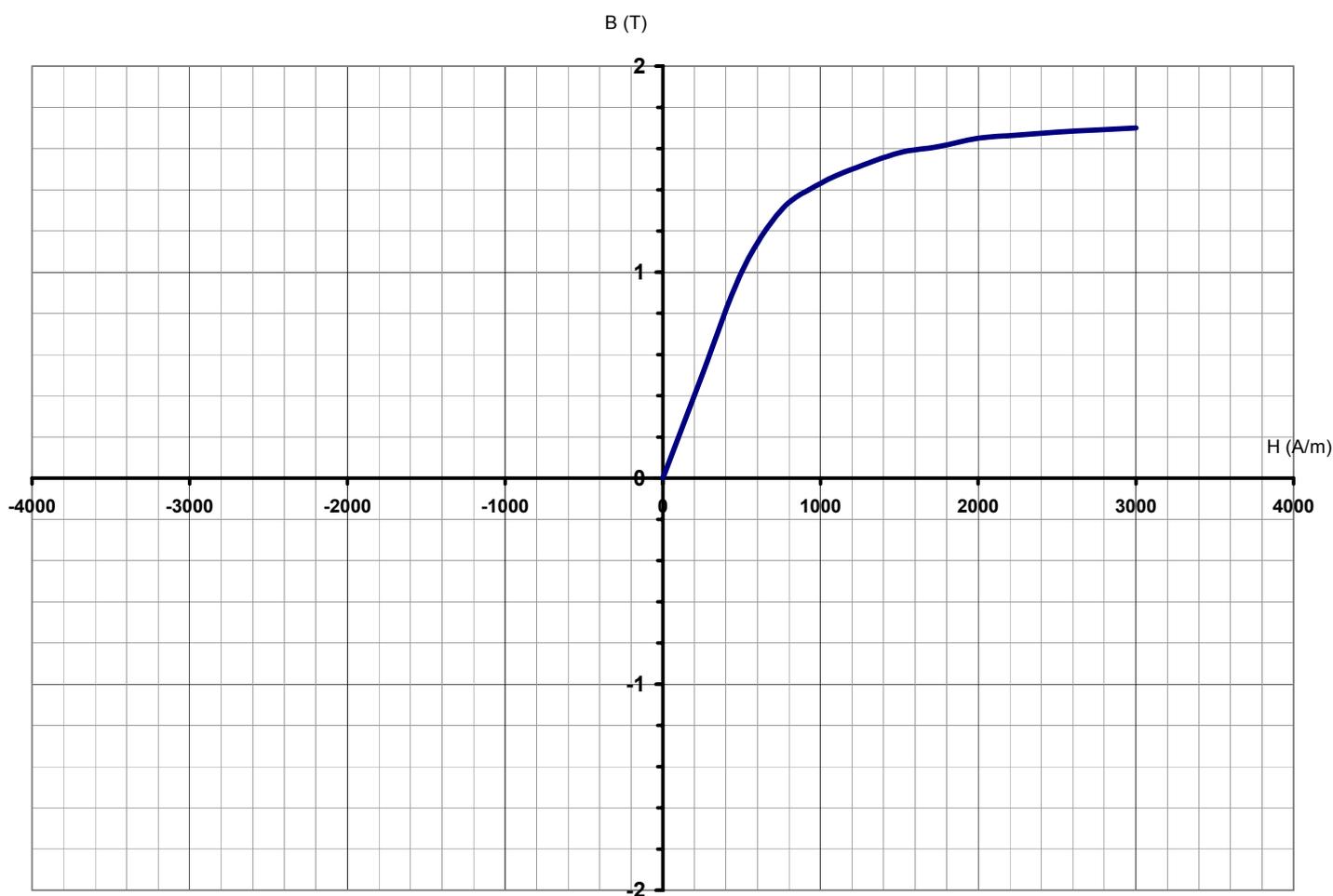


II-4-a- Citer deux métaux ferromagnétiques et préciser la propriété particulière des matériaux ferromagnétiques.

II-4-b- Le champ magnétisant (appelé aussi excitation magnétique)  $H$  créé par le passage du courant électrique dans le solénoïde est défini par la relation :  $B_0 = \mu_0 \cdot H$ .

Donner l'expression de  $H$  en fonction des caractéristiques  $N$  et  $L$  du solénoïde et de l'intensité  $I$  du courant électrique qui le parcourt ; calculer  $H$  pour les valeurs de la question II-3-b.

II-4-c- Partant d'une intensité de courant électrique nulle ( $I = 0$ ), on l'augmente progressivement et lentement jusqu'à la valeur  $I = 1,5$  A. La courbe donnée ci-dessous indique l'évolution de la valeur  $B$  du champ magnétique mesurée dans la partie centrale du barreau ferromagnétique en fonction de la valeur  $H$  du champ magnétisant.



Pourquoi cette courbe est-elle appelée « courbe de première aimantation » ?

On définit la perméabilité relative  $\mu_r$  du matériau ferromagnétique par la relation :  $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot H$ .

Pour un matériau ferromagnétique donné, la valeur de  $\mu_r$  est-elle constante ? Justifier la réponse donnée.

Dans les conditions de l'expérience, quelle est la valeur de  $\mu_r$  pour  $B = 1,5$  T.

II-4-d- On dispose dans le montage un système inverseur permettant de changer le sens du courant électrique I parcourant le solénoïde lorsque atteint la valeur 0.

Partant de la valeur de I pour laquelle  $H = 3000 \text{ A/m}$ , on fait varier I jusqu'à la valeur pour laquelle  $H = -3000 \text{ A/m}$ . On obtient les valeurs remarquables suivantes :

pour  $H = 0 \text{ A/m}$ ,  $B = 1 \text{ T}$  et pour  $H = -400 \text{ A/m}$ ,  $B = 0 \text{ T}$ .

Tracer l'allure de la courbe  $B = f(H)$  pour H variant de  $3000 \text{ A/m}$  à  $-3000 \text{ A/m}$ .

Définir les termes « champ magnétique rémanent » et « excitation coercitive ».

Repartant de la valeur  $H = -3000 \text{ A/m}$ , on la fait varier à nouveau jusqu'à  $H = 3000 \text{ A/m}$ .

Tracer l'allure de la courbe  $B = f(H)$  pour H variant de  $-3000 \text{ A/m}$  à  $3000 \text{ A/m}$ .

II-4-e- On a ainsi décrit un cycle appelé « cycle d'hystérésis ».

A quoi correspond ce phénomène d'hystérésis ? Quel en est l'avantage ? Quel en est l'inconvénient ?

II-4-f- Quel est le moyen de faire disparaître totalement l'aimantation d'un matériau ferromagnétique ?

### III- Transformateur monophasé.

III- 1 -La plaque signalétique d'un transformateur monophasé élévateur de tension porte les indications suivantes :

230V ; 3000V ; 50 Hz ; 2500 VA ;

III-1-a-Donner la signification de ces indications.

III-1-b-Expliquer brièvement le principe de fonctionnement du transformateur.

III-2- Le circuit magnétique de ce transformateur est le siège d'un flux magnétique dont la valeur instantanée a pour expression  $\varphi = \Phi_{\max} \sin(\omega t)$ .

III-2-a-Donner l'expression de la force électromotrice instantanée e aux bornes de l'enroulement secondaire.

Préciser la valeur de son déphasage par rapport au flux.

III-2-b-Calculer la valeur efficace  $\Phi$  (en Wb) du flux magnétique lorsque les conditions nominales de fonctionnement sont respectées.

III-2-c-La valeur efficace E (en V) de la force électromotrice peut être calculée à l'aide de la formule de Boucherot  $E = 4,44 N_2 f S B_{\max}$ .

Etablir cette formule, donner la signification de chacun des termes.

## Exercice n°4 : Déviation de la lumière par un prisme.

EXTRAIT : BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL  
ÉPREUVE DE TRAVAUX PRATIQUES DE SCIENCES PHYSIQUES  
DÉVIATION DE LA LUMIÈRE PAR UN PRISME

L'examinateur intervient à la demande du candidat ou quand il le juge utile.

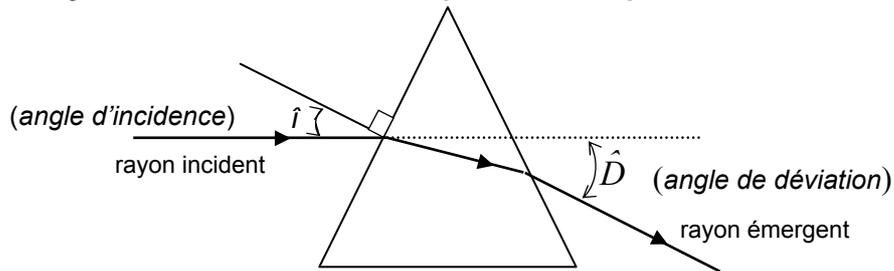


Dans la suite du document, ce symbole signifie " Appeler l'examinateur ".

### BUTS DES MANIPULATIONS :

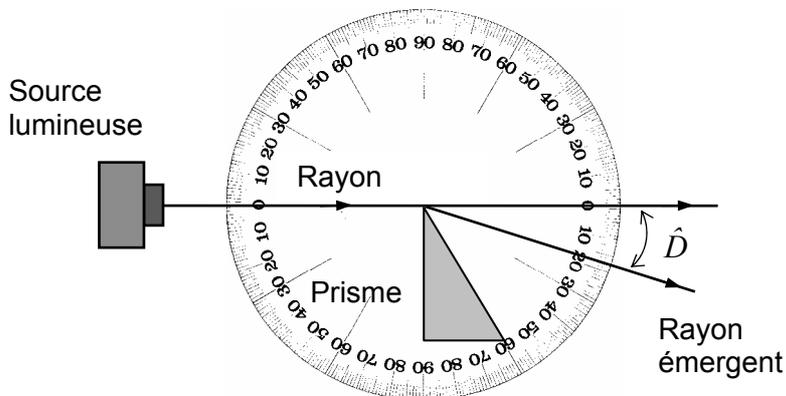
- Étudier expérimentalement la variation de l'angle de déviation  $\hat{D}$  lorsque l'angle d'incidence  $\hat{i}$  d'un rayon lumineux monochromatique traversant un prisme varie.
- Rechercher expérimentalement l'angle de déviation minimum.

Le trajet d'un rayon lumineux à travers un prisme est représenté dans le schéma ci-dessous.



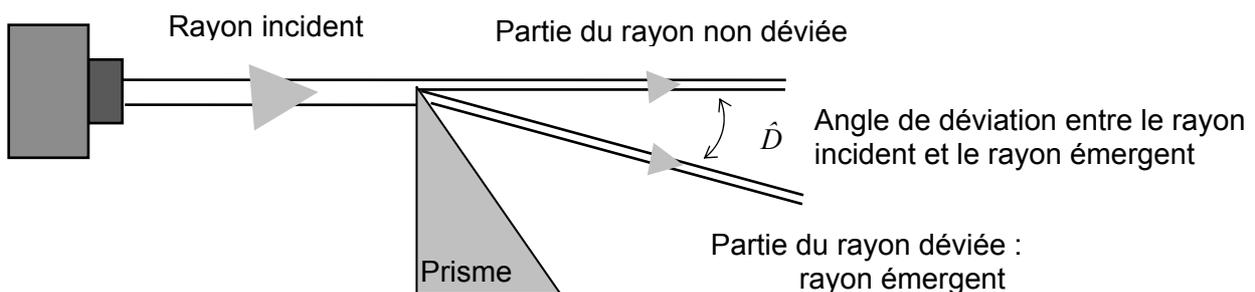
### TRAVAIL À RÉALISER :

#### 1. Réalisation du montage schématisé ci-dessous :



Régler le dispositif de manière à ce que :

- le faisceau incident arrivant sur le sommet du prisme, une partie du faisceau ne traverse pas le prisme, l'autre partie le traverse et se trouve déviée ;
- le faisceau incident arrive perpendiculairement à la face d'entrée du prisme.



L'angle d'incidence  $\hat{i}$  valant alors  $0^\circ$ , mesurer l'angle de déviation  $\hat{D}$  :

$\hat{D} = 20^\circ$
----------------------

(on donne la valeur de  $\hat{D}$  mesurée par un candidat au baccalauréat professionnel)



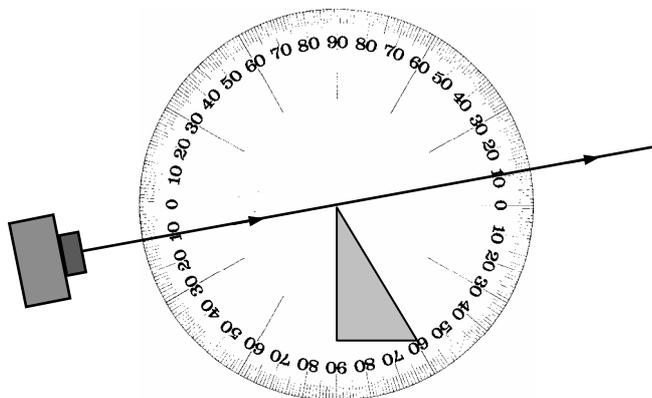
**Appel n° 1 :**

Faire vérifier le montage du dispositif, le réglage du rayon lumineux et la mesure de l'angle  $\hat{D}$ .

**2. Mesures de la déviation  $\hat{D}$  lorsque l'angle d'incidence  $\hat{i}$  varie :**

Augmenter l'angle d'incidence  $\hat{i}$  et régler le dispositif comme l'indique la figure ci-dessous ; mesurer la valeur de l'angle de déviation  $\hat{D}$  pour un angle d'incidence  $\hat{i} = 10^\circ$ .

Compléter la figure ci-dessous en dessinant le rayon émergent.



**Appel n° 2 :**

Faire vérifier le réglage du rayon lumineux et la mesure de l'angle  $\hat{D}$ .

COMPLÉTER LE TABLEAU CI-DESSOUS :

(on donne les valeurs de  $\hat{i}$  ( $^\circ$ ) et

on demande au candidat au baccalauréat professionnel de donner les valeurs de  $\hat{D}$  ( $^\circ$ ) correspondantes)

$\hat{i}$ ( $^\circ$ )	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
$\hat{D}$ ( $^\circ$ )	20	19	18	17,5	16,5	16	17	17,5	18	19	20	21	23	25



**APPEL N° 3 :**

Faire vérifier les mesures.

## Questions destinées aux candidats du concours PLP Interne et du CAER.

### I .Exploitation de mesures expérimentales

I. Le document précédent présente les mesures effectuées par un candidat au baccalauréat professionnel. La source lumineuse est un laser.

1. Dans l'annexe ci-après, tracer la représentation graphique  $D=f(i)$ .
2. Déterminer, en utilisant la courbe obtenue, la valeur de l'angle d'incidence pour laquelle la déviation passe par un minimum et la valeur de ce minimum.

### II Etude du prisme

II.1.a. Donner la définition d'un prisme.

II.1.b. Après avoir noté sur un schéma les angles et précisé leur orientation, établir les formules du prisme.

II.2.a. Le prisme est utilisé de telle façon que l'angle d'incidence et le second angle réfracté sont égaux.

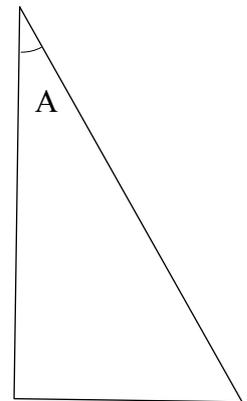
Montrez que dans ces conditions :  $A = 2r$ ,  $r$  étant le premier angle de réfraction et  $D = 2i - A$ .

II.2.b. Dans les conditions de la question II.2.a, on se trouve au minimum de déviation. Etablir alors la relation donnant l'indice de réfraction  $n$  en fonction de  $A$  et  $D_m$ .

II.2.c. Calculer la valeur de l'indice de réfraction  $n$  du prisme utilisé par le candidat.

II.2.d. Déterminer et représenter, sur le prisme de l'annexe, la marche d'un rayon lumineux ayant un angle d'incidence de  $20^\circ$ .

II.3. Décrire un protocole expérimental permettant de déterminer l'angle au sommet du prisme.



### III. Conditions d'émergence

III.1. On éclaire maintenant la face d'entrée du prisme de l'autre côté de sa normale. A l'aide des lois de Descartes, montrez que au-delà d'une valeur  $i_0$  de l'angle d'incidence, le rayon émergent n'existe plus.

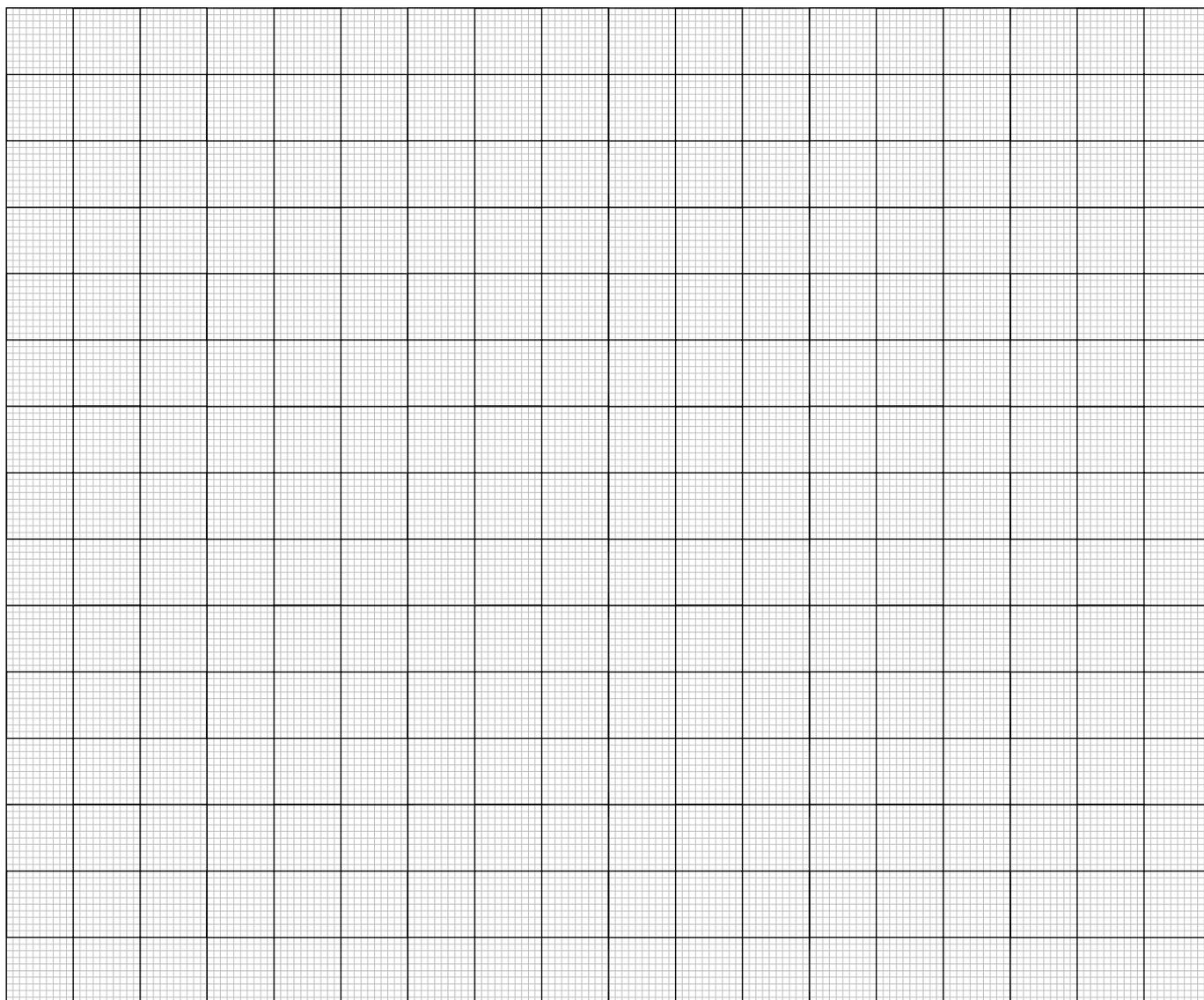
III.2. Calculer  $\sin i_0$  pour le prisme utilisé par le candidat.

### IV. Influence de la nature de la lumière

IV.1 Donner les différentes longueurs d'ondes des ondes lumineuses composant la lumière blanche.

IV.2 Qu'observe-t-on lorsqu'on éclaire un prisme en lumière blanche ?

ANNEXE à rendre avec la copie



Marche d'un rayon lumineux

